APOSTILA KIT

ARDUINO START

Sumário

Parte I - Revisão de circuitos elétricos e componentes básicos

Introdução

A primeira parte da apostila faz uma revisão sobre circuitos elétricos, com destaque para questões práticas de montagem e segurança que surgem no dia-a-dia do usuário do Kit Arduino Start.

O conteúdo de circuitos elétricos aborda divisores de tensão e corrente, conversão de níveis lógicos, grandezas analógicas e digitais, níveis de tensão e cuidados práticos de montagem.
Em relação aos componentes básicos, é feita uma breve discussão sobre resistores elétricos, capacitores, leds, diodos, chaves e protoboards.

O Arduino UNO é o principal componente do Kit e é discutido e introduzido em uma seção à parte, na Parte II da apostila.

Todos os conteúdos da Parte I são focados na apostila Arduino Start, tendo em vista a utilização adequada dos componentes e da realização prática de montagens pelos usuários. No entanto, recomenda-se a leitura das referências indicadas ao final de cada seção para maior aprofundamento.

O leitor veterano, já acostumado e conhecedor dos conceitos essenciais de eletrônica e eletricidade, pode pular a Parte I e ir direto a Parte II, na qual são apresentadas uma seção de exemplo de montagem para cada sensor ou componente importante da apostila.

Algum conhecimento prévio é bem-vindo, mas não é necessário para utilização do kit. Caso seja seu primeiro contato, nós recomendamos que antes de fazer as montagens você leia esses três artigos do http://blog.eletrogate.com/

- https://blog.eletrogate.com/o-que-e-arduino-para-que-serve-vantagens-e-como-utilizar/
- *http://blog.eletrogate.com/programacao-arduino-parte-1/*

- http://blog.eletrogate.com/programacao-arduino-parte-2/

Preparado? Vamos começar!

Revisão de circuitos elétricos

A apostila Arduino Start, bem como todas as outras apostilas que tratam de Arduino e eletrônica em geral, tem como conhecimento de base as teorias de circuitos elétricos e de eletrônica analógica e digital.

Do ponto de vista da teoria de circuitos elétricos, é importante conhecer os conceitos de grandezas elétricas: Tensão, corrente, carga, energia potência elétrica. Em todos os textos sobre Arduino ou qualquer assunto que envolva eletrônica, você sempre terá que lidar com esses termos. Para o leitor que se inicia nessa seara, recomendamos desde já que mesmo que a eletrônica não seja sua área de formação, que conheça esses conceitos básicos.

Vamos começar pela definição de “circuito elétrico”. *Um circuito elétrico/eletrônico é uma interconexão de elementos elétricos/eletrônicos*. Essa interconexão pode ser feita para atender a uma determinada tarefa, como acender uma lâmpada, acionar um motor, dissipar calor em um resistência e tantos outras.

O circuito pode estar **energizado** ou **desenergizado**. Quando está energizado, é quando uma fonte de tensão externa ou interna está ligada aos componentes do circuito. Nesse caso, uma corrente elétrica fluirá entre os condutores do circuito. Quando está desenergizado, a fonte de tensão não está conectada e não há corrente elétrica fluindo entre os condutores.

Mas atenção, alguns elementos básicos de circuitos, como os capacitores ou massas metálicas, são elementos que armazenam energia elétrica. Em alguns casos, mesmo não havendo fonte de tensão conectada a um circuito, pode ser que um elemento que tenha energia armazenada descarregue essa energia dando origem a uma corrente elétrica transitória no circuito. Evitar que elementos do circuito fiquem energizados mesmo sem uma fonte de tensão, o que pode provocar descargas elétricas posteriores (e em alguns casos, danificar o circuito ou causar choques elétricos) é um dos motivos dos sistemas de aterramento em equipamentos como osciloscópios e em instalações residenciais , por exemplo.

Em todo circuito você vai ouvir falar das grandezas elétricas principais, assim, vamos aprender o que é cada uma delas.

Carga e corrente elétrica

A grandeza mais básica nos circuitos elétricos é a carga elétrica. Carga é a propriedade elétrica das partículas atômicas que compõem a matéria, e é medida em Coulombs. Sabemos da física elementar que a matéria é constituída de elétrons, prótons e neutros. **A carga elementar é a carga de 1 elétron, que é igual a 1,602 x10-19 C**.

Do conceito de carga elétrica advém o **conceito de corrente elétrica, que nada mais é do que a taxa de variação da carga em relação ao tempo**, ou seja, quando você tem um fluxo de carga em um condutor, a quantidade de carga (Coulomb) que atravessa esse condutor por unidade de tempo, é chamada de corrente elétrica. A medida utilizada para corrente é o **Ampére(A).**

Aqui temos que fazer uma distinção importante. Existem corrente elétrica contínua e alternada:

- **Corrente elétrica contínua:** É uma corrente que permanece constante e em uma única direção durante todo o tempo.
- **Corrente elétrica alternada**: É uma corrente que varia senoidalmente (ou de outra forma) com o tempo.

Com o Arduino UNO, lidamos como correntes elétricas contínuas, pois elas fluem sempre em uma mesma direção. É diferente da corrente e tensão elétrica da tomada de sua casa, que são alternadas.

Ou seja, os seus circuitos com Arduino UNO sempre serão alimentados com grandezas contínuas (corrente e tensão contínuas).

Tensão elétrica

Para que haja corrente elétrica em um condutor, é preciso que os elétrons se movimentem por ele em um determinada direção, ou seja, é necessário “alguém” para transferir energia para as cargas elétricas para movê-las. Isso é feito por uma força

chamada **força eletromotriz (fem),** tipicamente representada por uma bateria. Outros dois nomes comuns para força eletromotriz são **tensão elétrica** e **diferença de potencial.**

O mais comum é você ver apenas "*tensão*" nos artigos e exemplos com Arduino. Assim, definindo formalmente o conceito: Tensão elétrica é a energia necessária para mover uma unidade de carga através de um elemento, e é medida em **Volts (V).**

Potência e energia

A tensão e a corrente elétrica são duas grandezas básicas, e juntamente com a potência e energia, são as grandezas que descrevem qualquer circuito elétrico ou eletrônico. A potência é definida como a variação de energia (que pode estar sendo liberada ou consumida) em função do tempo, e é medida em **Watts (W).** A potência está associada ao calor que um componente está dissipando e a energia que ele consume.

Nós sabemos da vida prática que uma lâmpada de 100W consome mais energia do que uma de 60 W. Ou seja, se ambas estiverem ligadas por 1 hora por exemplo, a lâmpada de 100W vai implicar numa conta de energia mais cara.
A potência se relaciona com a tensão e corrente pela seguinte equação:

$$P = V \times I$$

Essa é a chamada potência instantânea. Com essa equação você saber qual a potência dissipada em um resistor por exemplo, bastando que saiba a tensão nos terminais do resistor e a corrente que flui por ele. O conceito de potência é importante pois muitos hobbystas acabam não tendo noção de quais valores de resistência usar, ou mesmo saber especificar componentes de forma adequada.

Um resistor de 33 ohms de potência igual a 1/4W, por exemplo, não pode ser ligado diretamente em circuito de 5V, pois nesse caso a potência dissipada nele seria maior que a que ele pode suportar.

Vamos voltar a esse assunto em breve, por ora, tenha em mente que é importante ter uma noção da potência dissipada ou consumida pelos elementos de um circuito que você vá montar.

Por fim, a energia elétrica é o somatório da potência elétrica durante todo o tempo em que o circuito esteve em funcionamento. A energia é dada em **Joules (J)** ou **Wh (watt-**

hora). A unidade Wh é interessante pois mostra que a energia é calculada multiplicando-se a potência pelo tempo(apenas para os casos em que a potência é constante).

Essa primeira parte é um pouco conceitual, mas é importante saber de onde vieram toda a terminologia que você sempre vai ler nos manuais e artigos na internet. Na próxima seção, vamos discutir os componentes básicos de circuito que compõem o Kit Arduino Start.

Conversão de níveis lógicos e alimentação correta de circuitos

É muito comum que hobbystas e projetistas em geral acabem por cometer alguns erros de vez em quando. Na verdade, mesmo alguns artigos na internet e montagens amplamente usadas muitas vezes acabam por não utilizar as melhores práticas de forma rigorosa. Isso acontece muito no caso dos níveis lógicos dos sinais usados para interfacear o Arduino com outros circuitos.

Como veremos na seção de apresentação do Arduino UNO, o mesmo é alimentado por um cabo USB ou uma fonte externa entre 6V e 12V. O Circuito do Arduino possui reguladores de tensão que convertem a alimentação de entrada para 5V e para 3V. Os sinais lógicos das portas de saída(I/Os) do Arduino, variam entre 0 e 5V.

Isso significa que quando você quiser usar o seu Arduino UNO com um sensor ou CI que trabalhe com 3.3V, é preciso fazer a adequação dos níveis de tensão, pois se você enviar um sinal de 5V (saída do Arduino) em um circuito de 3.3V (CI ou sensor), você poderá queimar o pino daquele componente.
Em geral, sempre que dois circuitos que trabalhem com níveis de tensão diferentes forem conectados, é preciso fazer a conversão dos níveis lógicos. O mais comum é ter que abaixar saídas de 5V para 3.3V. Subir os sinais de 3.3V para 5V na maioria das vezes não é necessário pois o Arduino entende 3.3V como nível lógico alto, isto é, equivalente a 5V.

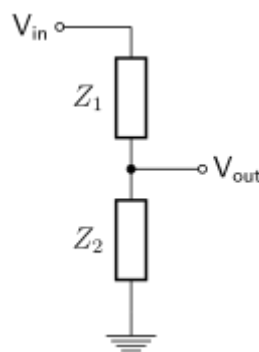
Para fazer a conversão de níveis lógicos você tem duas opções:

- Usar um divisor de tensão;
- Usar um CI conversor de níveis lógicos;

O divisor de tensão é a solução mais simples, mas usar um CI conversor é mais elegante e é o ideal. O divisor de tensão consiste em dois resistores ligados em série (Z1 e Z2) , em que o sinal de 5V é aplicado a o terminal de um deles. O terminal do segundo resistor é

ligado ao GND, e o ponto de conexão entre os dois resistores é a saída do divisor, cuja tensão é dada pela seguinte relação:

$$V_{\text{out}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot V_{\text{in}}$$

Em que Z1 e Z2 são os valores dos resistores da figura abaixo.

Um divisor de tensão muito comum é fazer Z1 igual 330 ohms e Z2 igual 680 ohms. Dessa forma a sáida Vout fica sendo 3.336 V. Como no Kit Arduino Start não há resistor de 680ohms, você pode ligar um de 330ohms como Z1 e dois de 330ohms como Z2. Os dois de 330 ligados em série formam um resistor de 660 ohm, o que resulta numa saída de 3.33V.

Vamos exemplificar como fazer um divisor de tensão como esse na seção de exemplos da parte II da apostila.

Revisão de componentes eletrônicos

O Kit Arduino Start possui os seguintes componentes básicos para montagens de circuitos:

- Buzzer Ativo 5V,
- LED Vermelho/ Verde/ Amarelo,
- Resistor 330Ω/ 1KΩ/ 10KΩ,
- Diodo 1N4007,
- Potenciômetro 10KΩ,
- Capacitor Cerâmico 10 nF/ 100 nF,

- Capacitor Eletrolítico 10uF/ 100uF,
- Chave Táctil (Push-Button).

Vamos revisar a função de cada um deles dentro de um circuito eletrônica e apresentar mais algumas equações fundamentais para ter em mente ao fazer suas montagens.

Resistores elétricos

Os resistores são componentes que se opõem à passagem de corrente elétrica, ou seja, oferecem uma resistência elétrica. Dessa forma, quanto maior for o valor de um resistor, menor será a corrente elétrica que fluirá por ele e pelo condutor a ele conectada. A unidade de resistência elétrica é o **Ohm(Ω)**, que é a unidade usada para especificar o valor dos resistores.

Os resistores mais comuns do mercado são construídos com fio de carbono e são vendidos em várias especificações. Os resistores do Kit são os tradicionais de 1/4W e 10% de tolerância. Isso significa que eles podem dissipar no máximo 1/4W (0,25 watts) e seu valor de resistência pode variar em até 10%. O resistor de 1KΩ pode então ter um valor mínimo de 900Ω e um valor máximo de 1100Ω.

Em algumas aplicações você pode precisar de resistores com precisão maior, como 5% ou 1%. Em outros casos, pode precisar de resistores com potência maior, como 1/2W ou menor, como 1/8W. Essas variações dependem da natureza de cada circuito.

Em geral, para as aplicações típicas e montagens de prototipagem que podem ser feitos com o Kit Arduino Start, os resistores tradicionais de 1/4W e 10% de tolerância são suficientes.

Outro ponto importante de se mencionar aqui é a Lei de Ohm, que relaciona as grandezas de tensão, corrente e resistência elétrica. A lei é dada por:

$$V = R \times I$$

Ou seja, se você sabe o valor de um resistor e a tensão aplicada nos seus terminais, você pode calcular a corrente elétrica que fluirá por ele. Juntamente com a equação para calcular potência elétrica, a lei de Ohm é importante para saber se os valores de corrente e potência que os resistores de seu circuito estão operando estão adequados.

Para fechar, você deve estar se perguntando, como saber o valor de resistência de um resistor? Você tem duas alternativas: Medir a resistência usando um multímetro ou determinar o valor por meio do código de cores do resistor.

Se você pegar um dos resistores do seu kit, verá que ele possui algumas faixas coloridas em seu corpo. Essas faixas são o código de cores do resistor. As duas primeiras faixas dizem os dois primeiros algarismos decimais. A terceira faixa colorida indica o multiplicador que devemos usar. E a última faixa, que fica um pouco mais afastada, indica a tolerância.

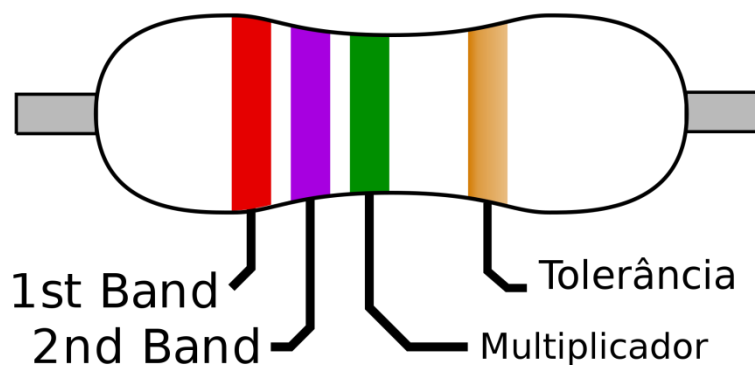



Figura 1: Faixas coloridas em um resistor

Na figura 2 apresentamos o código de cores para resistores. Cada cor está associada a um algarismo, um multiplicador e uma tolerância, conforme a tabela. Com a tabela você pode determinar a resistência de um resistor sem ter que usar o multímetro.

Mas atenção, fazer medições com o multímetro é recomendado, principalmente se o componente já tiver sido utilizado, pois o mesmo pode ter sofrido algum dano ou mudança que não esteja visível.

Cor	Dígito	Multiplicador	Tolerância
Prata	-	x 0,01	± 10%
Dourado	-	x 0,1	± 5%
Preto	0	x 1	-
Marrom	1	x 10	± 1%
Vermelho	2	x 100	± 2%
Laranja	3	x 1K	-
Amarelo	4	x 10K	-
Verde	5	x 100K	± 0,5%
Azul	6	x 1M	± 0,25%
Violeta	7	x 10M	± 0,1%
Cinza	8	-	± 0,05%
Branco	9	-	-

Figura 2: Código de cores para resistores

Aplicando a tabela da figura 2 na imagem da figura 1, descobrimos que o resistor é de 2,7MΩ (Mega ohms) com tolerância de 5% (relativo à cor dourado da última tira).

Capacitores

Os capacitores são os elementos mais comuns nos circuito eletrônicos depois dos resistores. São elementos que armazenam energia na forma de campos elétricos. Um capacitor é constituído de dois terminais condutores e um elemento dielétrico entre esses dois terminais, de forma que quando submetido a uma diferença de potencial, um campo elétrico surge entre esses terminais, causando o acúmulo de cargas positivas no terminal negativo e cargas negativas no terminal positivo.

São usados para implementar filtros, estabilizar sinais de tensão, na construção de fontes retificadores e várias outras aplicações.

O importante que você deve saber para utilizar o Kit é que os capacitores podem ser de quatro tipos:

- Eletrolíticos,
- Cerâmicos,
- Poliéster,
- Tântalo.

Capacitor eletrolítico

As diferenças de cada tipo de capacitor são a tecnologia construtiva e o material dielétrico utilizado. Capacitores eletrolíticos são feitos de duas longas camadas de alumínio (terminais) separadas por uma camada de óxido de alumínio (dielétrico). Devido a sua construção, eles possuem **polaridade,** o que significa que você obrigatoriamente deve ligar o terminal positivo (quem tem uma "perninha" maior) no pólo positivo da tensão de alimentação, e o terminal negativo (discriminado no capacitor por uma faixa com símbolos de "-") obrigatoriamente no pólo negativo da bateria. Do contrário, o capacitor será danificado.

Capacitores eletrolíticos costumam ser da ordem de micro Farad, sendo o **Farad** a unidade de medida de capacitância, usada diferenciar um capacitor do outro. A Figura 3 ilustra um típico capacitor eletrolítico.

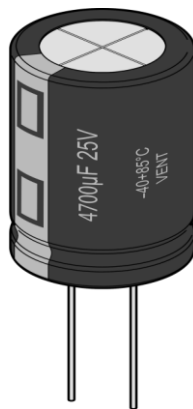



Figura 3: Capacitor eletrolítico 4700 micro Farads / 25 V

Capacitores cerâmicos

Capacitores cerâmicos não possuem polaridade, e são caracterizados por seu tamanho reduzido e por sua cor característica, um marrom claro um tanto fosco. Possuem capacitância da ordem de **pico Farad**. Veja nas imagens abaixo um típico capacitor cerâmico e sua identificação:

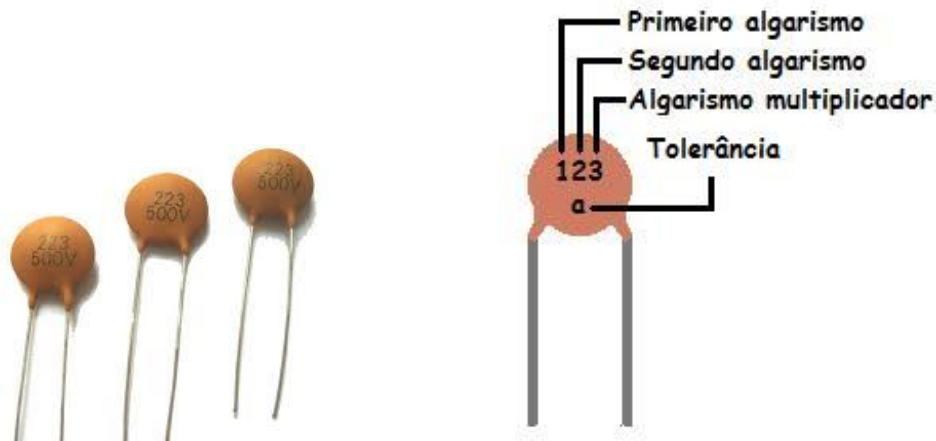



Figura 4: Capacitores cerâmicos

Na imagem da esquerda, os capacitores possuem o valor de **22 nano Farads** para a faixa de tensão de até 500V.

223 = 22 x 1000 = 22.000 pF = 22 nF

Por fim, há também os capacitores de poliéster e de tântalo. No Kit Arduino Start, você receberá apenas exemplares de capacitores eletrolíticos e cerâmicos.

Diodos e Leds

Diodos e Leds são tratados ao mesmo tempo pois tratam na verdade do mesmo componente. Diodos são elementos semicondutores que só permitem a passagem de corrente elétrica em uma direção.

São constituídos de dois terminais, o **Anodo(+)** e o **catodo(-)**, sendo que para que possa conduzir corrente elétrica, é preciso conectar o Anodo na parte positiva do circuito, e o Catodo na parte negativa. Do contrário, o diodo se comporta como um circuito aberto.

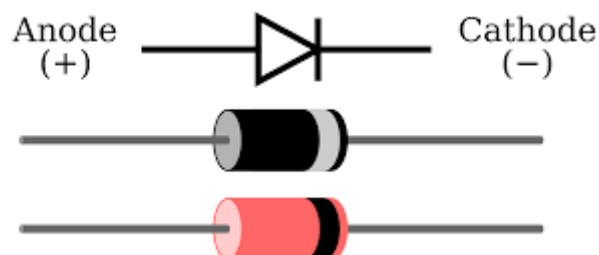



Figura 4: Diodo e seus terminais

Na figura 4, você pode ver que o componente possui uma faixa indicadora do terminal de catodo. O diodo do kit Arduino Start é um modelo tradicional e que está no mercado há muitos anos, o 1N4007.

O LED é um tipo específico de diodo - **Light Emitter Diode**, ou seja, diodo emissor de luz. Trata-se de um diodo que quando polarizado corretamente, emite luz para o ambiente externo. O Kit Arduino Start vem acompanhado de leds na cor vermelha, verde e amarelo, as mais tradicionais.

Nesse ponto, é importante você saber que sempre deve ligar um led junto de um resistor, para que a corrente elétrica que flua pelo led não seja excessiva e acabe por queimá-lo. Além disso, lembre-se que por ser um diodo, o led só funciona se o Anodo estiver conectado ao pólo positivo do sinal de tensão.

Para identificar o Anodo do Led, basta identificar a perna mais longa do componente, como na imagem abaixo:

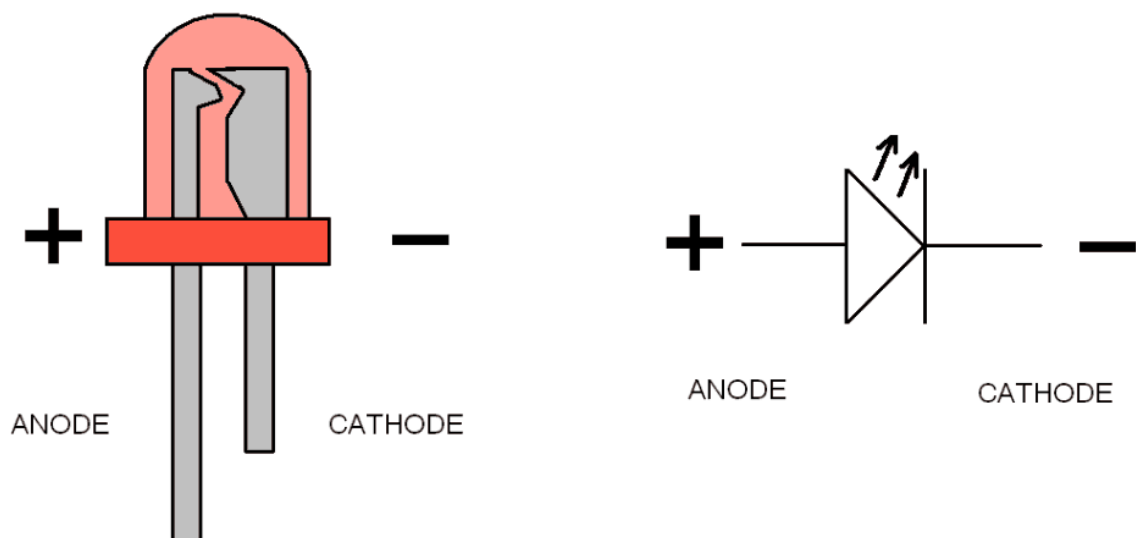



Figura 5: Terminais de um Led. Créditos: Build-eletronic-circuits.com

Os demais componentes da apostila, Buzzer, potenciômetro e push-buttons, serão explicados em seções de exemplos, nas quais iremos apresentar um circuito prático para montagem onde será explicado o funcionamento dos mesmos.

Os sensores do Kit Arduino Start, quais sejam: Sensor de Luz LDR e sensor de temperatura NTC, juntamente com o Micro Servo 9g SG90 TowerPro, também terão uma seção de exemplo dedicada a cada um deles.

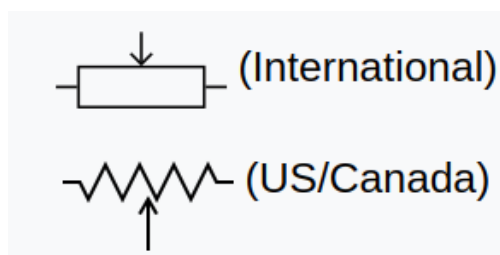
Parte II - Seção de Exemplos Práticos

Agora vamos entrar nas seções de exemplos em si. Os conceitos da Parte I são importantes caso você esteja começando a trabalhar com eletrônica. No entanto, devido ao aspecto prático da montagem, não necessariamente você precisa de ler toda a parte introdutória para montar os circuitos abaixo.

Em cada exemplo vamos apresentar os materiais utilizados, o diagrama de circuito e o código base com as devidas explicações e sugestões de referências.

Exemplo 1 - Usando potenciômetro para fazer leituras analógicas

O potenciômetro nada mais do que um resistor cujo valor de resistência pode ser ajustado de forma manual. Existem potenciômetros slides e giratórios. Na figura abaixo mostramos um potenciômetro giratório dos mais comumente encontrados no mercado.

Em ambos, ao variar a posição da chave manual, seja ela giratória ou slide, o valor da resistência entre o terminal de saída e um dos outros terminais se altera. O símbolo do potenciômetro é o mostrado na seguinte imagem:

Nesse exemplo, vamos ligar a saída de um potenciômetro a uma entrada analógica da Arduino UNO. Dessa forma, vamos ler o valor de tensão na saída do potenciômetro e vê-la variando de
0 a 1023. Mas como assim, 0 a 1023?

Isso se deve ao seguinte. Vamos aplicar uma tensão de 5V nos terminais do potenciômetro. A entrada analógica do Arduino, ao receber um sinal de tensão externo, faz a conversão do mesmo para um valor digital, que é representado por um número inteiro de 0 a 1023. Esses números são assim devido à quantidade de bits que o conversor analógico digital do Arduino trabalha, que são 10 bits (2 elevado a 10 = 1024).

Ou seja, o arduino divide o valor de tensão de referência em 1024 unidades (0 a 1023) de 0,00488 volts. Assim, se a tensão lida na entrada analógica for de 2,5V, o valor capturado pelo arduino será metade de 2,5/0,00488 = 512. Se for 0V, será 0, e ser for 5V, será 1023, e assim proporcionalmente para todos os valores. Assim, digamos que o valor de tensão se dado por V. O valor que o Arduino vai te mostrar é:

Valor = (V/5)*1024

Em que 5V é o valor de referência configurado no conversor analógico-digital (uma configuração já padrão, não se preocupe com ela) e 1024 é igual 2 elevado a 10.

No nosso código, queremos saber o valor de tensão na saída do potenciômetro, e não esse número de 0 a 1023, assim, rearranjar a equação para o seguinte:

Tensão = Valor*(5/1024)

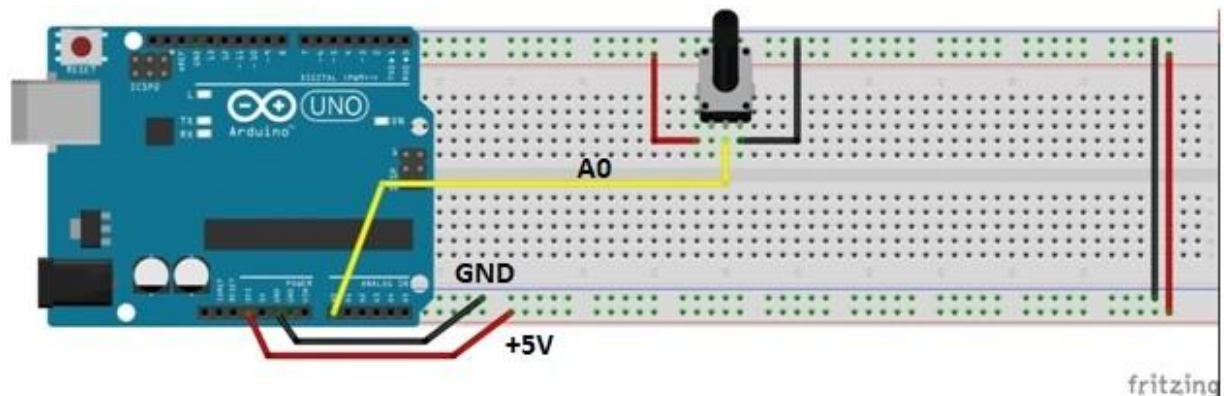
Bacana, né? Agora, vamos à montagem em si.

Lista de materiais:

Para esse exemplo você vai precisar:

- Arduino UNO;
- Protoboard;
- Potenciômetro 10K;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito

Monte o circuito conforme diagrama abaixo e carregue o código de exemplo:

O Potenciômetro possui 3 terminais, sendo que o do meio é o que possui resistência variável. A ligação consiste em ligar os dois terminais fixos a um tensão de 5V. Assim, o terminal intermediário do potenciômetro terá um valor que varia de 0 a 5V à medida que você dá gira seu knob.

O terminal intermediário é ligado diretamente a uma entrada analógica do Arduino (A0). Como a tensão é de no máximo 5V, então não há problema em ligar direto.

Carregue o código abaixo no Arduino e você verá as leituras no Monitor serial da IDE arduino.

```
// Exemplo 1 - Usando potenciometro para fazer leituras analógicas
// Apostila Eletrogate - KIT START

#define sensorPin A0      // define entrada analógica A0

int sensorValue = 0;      // variável inteiro igual a zero
float voltage;            // variável numero fracionario

void setup()
{
  Serial.begin(9600);     // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);             // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(sensorPin);       // leitura da entrada analógica A0
  voltage = sensorValue * (5.0 / 1024);      // cálculo da tensão

  Serial.print("Tensão do potenciometro: "); // imprime no monitor serial
  Serial.print(voltage);                     // imprime a tensão
  Serial.print("    Valor: ");               // imprime no monitor serial
  Serial.println(sensorValue);               // imprime o valor
  delay(500);                                // atraso de 500 milisegundos
}
```

No código acima, nós declaramos a variável **sensorValue** para armazenar as leituras da entrada analógica A0 e a variável do tipo **float Voltage** para armazenar o valor lido convertido para tensão.

Na função **void Setup()**, nós inicializamos o terminal serial com uma taxa de transmissão de 9600 kbps. Na função **void Loop(),** primeiro faz-se a leitura da entrada analógica A0 com a função **analogRead(SensorPin)** e armazenamos a mesma na variável **sensorValue**. Em seguida, aplicamos a fórmula para converter a leitura (que é um número entre 0 e 1023) para o valor de tensão correspondente. O resultado é armazenado na variável **Voltage** e em seguido mostrado na interface serial da IDE Arduino.

Referência:

1. https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage

Exemplo 2 - Divisor de tensão

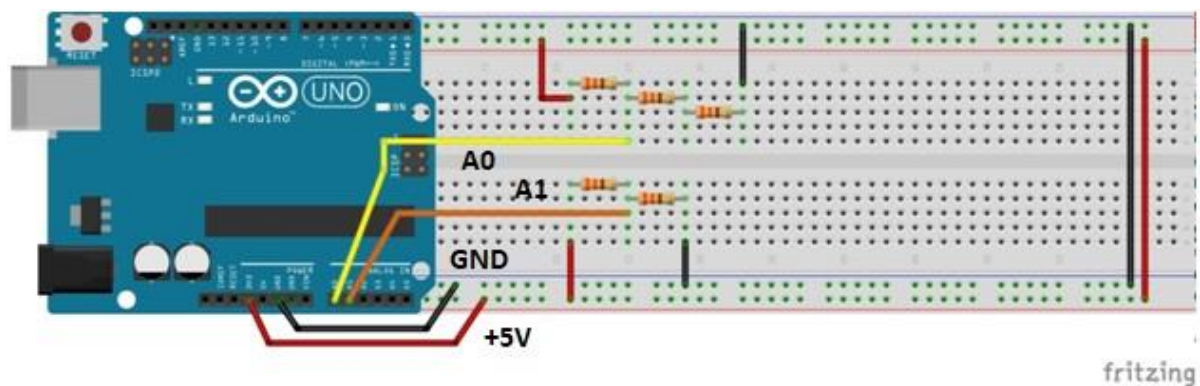
Esse exemplo é para ilustrar como usar um divisor de tensão. Sempre que você precisar abaixar um sinal lógico de 5V para 3.3V você pode usar esse circuito. Explicamos o divisor de tensão na seção de introdução, mais especificamente, quando conversamos sobre conversão de níveis lógicos.

Esse circuito será útil sempre que você tiver que abaixar as saídas do Arduino de 5V para 3.3V.

Lista de materiais:

Para esse exemplo você vai precisar:

- 3 resistores de 330 ohms;
- 2 resistores de 1K ohm;
- 1 Arduino UNO;
- Protoboard;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito:

Esse é um diagrama com dois divisores de tensão. O primeiro é composto por três resistores, sendo cada um de 330. Assim, o resistor Z1 é de 330 e o resistor Z2 é a associação série dos outros dois, resultando numa resistência de 660. Dessa forma, a tensão de saída do divisor é:

$$(660\ / 330 + 660) * 5\ = 3{,}33V$$

O segundo divisor é formado por dois resistores de 1K, dessa forma, a tensão de saída é a tensão de entrada dividida pela metade:

$$(1000 / 1000 + 1000) * 5 = 2,5 \text{ V}$$

O código para o exemplo 2 é uma extensão do código usada na seção anterior para ler valores de tensão do potenciômetro. Nesse caso, nós fazemos a leitura de dois canais analógicos (A0 e A1), fazemos as conversões para as tensões e mostramos os resultados de cada divisor na interface serial.

Referências:

1. https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage
2. http://www.ufjf.br/fisica/files/2013/10/FIII-05-07-Divisor-de-tens%C3%A3o.pdf
3. http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php

Carregue o código abaixo e observe os dois valores no Monitor Serial da IDE Arduino.

```
// Exemplo 2 - Divisor de tensão
// Apostila Eletrogate - KIT START

#define sensorPin1 A0           // define entrada analógica A0
#define sensorPin2 A1           // define entrada analógica A1

int sensorValue1 = 0;           // variavel inteiro igual a zero
int sensorValue2 = 0;           // variavel inteiro igual a zero
float voltage1;                 // variavel numero fracionario
float voltage2;                 // variavel numero fracionario

void setup()
{
  Serial.begin(9600);           // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);                   // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  sensorValue1 = analogRead(sensorPin1);   // leitura da entrada analógica A0
  sensorValue2 = analogRead(sensorPin2);   // leitura da entrada analógica A1
  voltage1 = sensorValue1 * (5.0 / 1024);  // cálculo da tensão 1
  voltage2 = sensorValue2 * (5.0 / 1024);  // cálculo da tensão 2
  Serial.print("Tensao do divisor 1: ");   // imprime no monitor serial
  Serial.print(voltage1);                  // imprime a tensão 1
  Serial.print("  Tensao do divisor 2: "); // imprime no monitor serial
  Serial.println(voltage2);                // imprime a tensão 2
  delay(500);                              // atraso de 500 milisegundos
}
```

Exemplo 3 - Entradas e saídas digitais - push-button + led

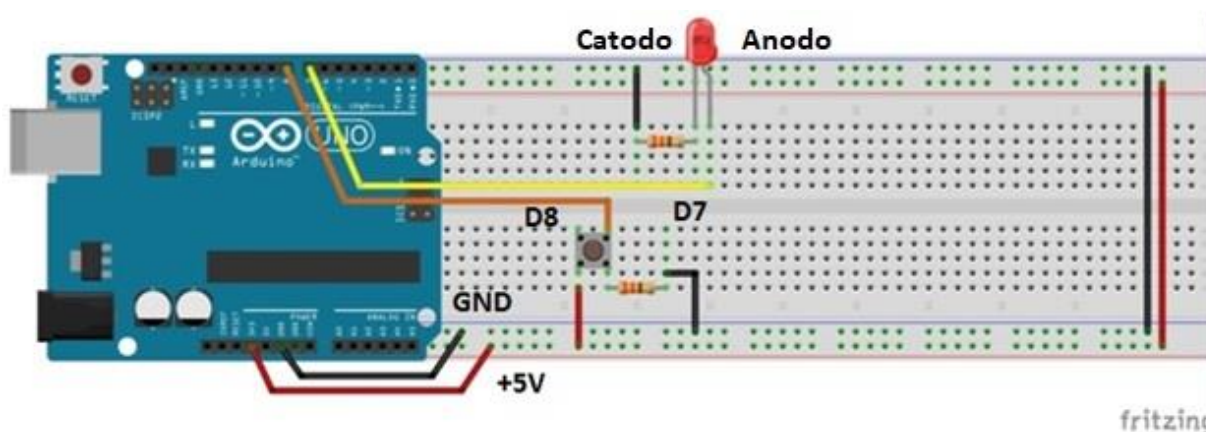
Os push-buttons (chaves botão) e leds são elementos presentes em praticamente qualquer circuito eletrônico. As chaves são usadas para enviar comandos para o Arduino e os Leds são elementos de sinalização luminosa.

Esses dois componentes são trabalhados por meio das entradas e saídas digitais do Arduino. Neste exemplo vamos fazer uma aplicação básica que você provavelmente vai repetir muitas vezes. Vamos ler o estado de um push-button e usá-la para acender ou apagar um led. Ou seja, sempre que o botão for acionado, vamos apagar ou acender o Led.

Lista de materiais:

Para esse exemplo você vai precisar:

- 2 resistores de 330 ohms;
- 1 Led vermelho (ou de outra cor de sua preferência);
- Push-button (chave botão);
- 1 Arduino UNO;
- Protoboard;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito:

Esse pequeno código abaixo mostra como ler entradas digitais e com acionar as saídas digitais. Na função **void Setup(),** é preciso configurar qual pino será usado como saída e qual será usado como entrada.

Depois de configurar os pinos, para acioná-los basta chamar a função **digitalWrite(pino,HIGH).** A função **digitalWrite()** aciona ou desaciona um pino digital dependendo do valor passado no argumento. Se for “HIGH”, o pino é acionado. Se for “LOW”, o pino é desligado.

Na função **void Loop(),** fizemos um if no qual a função **digitalRead** é usada para saber se o pushButton está acionado ou não. Caso ele esteja acionado, nós acendemos o Led, caso ele esteja desligado, nós desligamos o led.

Carregue o código abaixo e pressione o botão para acender o LED.

```
// Exemplo 3 - Entradas e saídas digitais - push-button + led
// Apostila Eletrogate - KIT START

#define PinButton 8                       // define pino digital D8
#define ledPin 7                          // define pino digital D7

void setup()
{
  pinMode(PinButton, INPUT);              // configura D8 como entrada digital
  pinMode(ledPin, OUTPUT);                // configura D7 como saída digital
  Serial.begin(9600);                     // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);                             // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  if ( digitalRead(PinButton) == HIGH)     // se chave = nivel alto
  {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);            // liga LED com 5V
    Serial.print("Acendendo Led");         // imprime no monitor serial
  }
  else                                     // senão chave = nivel baixo
  {
    digitalWrite(ledPin, LOW);             // desliga LED com 0V
    Serial.print("Desligando led");        // imprime no monitor serial
  }
  delay(100);                              // atraso de 100 milisegundos
}
```

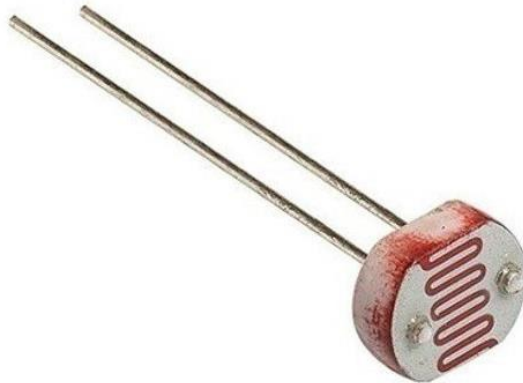
Referências:

- https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/
- https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalwrite/

Exemplo 4 - Sensor de luz LDR

O sensor LDR é um sensor de luminosidade. LDR é um **Light Dependent Resistor**, ou seja, um resistor cuja resistência varia com a quantidade de luz que incide sobre ele. Esse é seu princípio de funcionamento.

Quanto maior a luminosidade em um ambiente, menor a resistência do LDR. Essa variação na resistência é medida através da queda de tensão no sensor, que varia proporcionalmente (de acordo com a lei Ohm, lembra?) com a queda na resistência elétrica.

A imagem abaixo mostra o sensor em mais detalhes:

Fotoresistor (LDR)

É importante considerar a potência máxima do sensor, que é de 100 mW. Ou seja, com uma tensão de operação de 5V, a corrente máxima que pode passar por ele é 20 mA. Felizmente, com 8K ohms (que medimos experimentalmente com o ambiente bem iluminado), que é a resistência mínima, a corrente ainda está longe disso, sendo 0,625mA. Dessa forma, podemos interfacear o sensor diretamente com o Arduino.

**Nota: Nas suas medições, pode ser que você encontre um valor de resistência mínimo diferente, pois depende da iluminação local.*

Especificações do LDR:

- Modelo: GL5528
- Diâmetro: 5mm
- Tensão máxima: 150VDC

- Potência máxima: 100mW
- Temperatura de operação: -30°C a 70°C
- Comprimento com terminais: 32mm
- Resistência no escuro: 1 MΩ (Lux 0)
- Resistência na luz: 10-20 KΩ (Lux 10)

Este sensor de luminosidade pode ser utilizado em projetos com arduino e outros microcontroladores para alarmes, automação residencial, sensores de presença e vários outros.

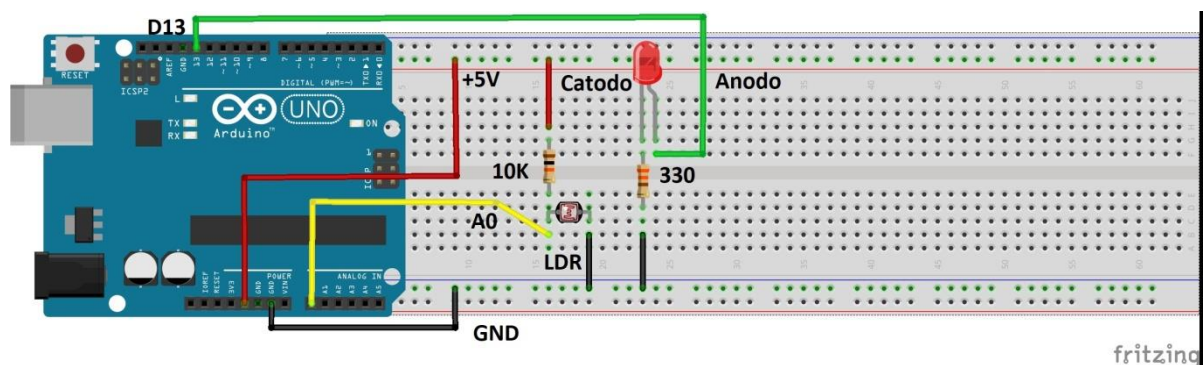
Nesse exemplo, vamos usar uma entrada analógica do Arduino para ler a variação de tensão no LDR e, consequentemente, saber como a luminosidade ambiente está se comportando. Veja na especificação que com muita luz, a resistência fica em torno de 10-20 KΩ, enquanto que no escuro pode chegar a 1MΩ.

Para podermos ler as variações de tensão resultantes da variação da resistência do LDR, vamos usar o sensor como parte de um divisor de tensão. Assim, a saída do divisor será dependente apenas da resistência do sensor, pois a tensão de entrada e a outra resistência são valores conhecidos. No nosso caso, vamos usar um resistor de 10K e uma tensão de operação de 5V. Assim, o sinal que vamos ler no arduino terá uma variação de 2,2V (quando o LDR for 8K) e 5V (quando o LDR tiver resistências muito maiores que o resistor de 10K).

Lista de materiais:

Para esse exemplo você vai precisar:

- LDR;
- Resistor de 10k;
- 1 Arduino UNO;
- Protoboard;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito:

No diagrama, o sensor é ligado como parte de um divisor de tensão no pino analógico A0, de forma que a tensão de saída do divisor varia de acordo com a variação da resistência do sensor. Assim, vamos identificar as variações na intensidade de luz pelas variações na tensão do sensor.

Quanto maior a intensidade de luz, menor a resistência do sensor e, consequentemente, menor a tensão de saída.

Carregue o código abaixo e varie a luminosidade sobre o LDR.

```
// Exemplo 4 - Sensor de luz LDR
// Apostila Eletrogate - KIT START

#define AnalogLDR A0                 // define pino analógico A0
#define Limiar 1.5                   // define constante igual a 1.5
#define ledPin 13                    // define pino digital D13

int Leitura = 0;                     // variavel inteiro igual a zero
float VoltageLDR;                    // variavel numero fracionario
float ResLDR;                        // variavel numero fracionario

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);               // configura D13 como saída digital
  Serial.begin(9600);                    // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);                            // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  Leitura = analogRead(AnalogLDR);       // leitura da tensão no pino analogico
A0
  VoltageLDR =  Leitura * (5.0/1024);    // calculo da tensão no LDR
  Serial.print("Leitura sensor LDR = ");  // imprime no monitor serial
  Serial.println(VoltageLDR);            // imprime a tensão do LDR

  if (VoltageLDR > Limiar)               // se a tensão LDR maior do que limiar
    digitalWrite(ledPin, HIGH);          // liga LED com 5V
  else                                   // senão a tensão LDR < limiar
    digitalWrite(ledPin, LOW);           // desliga LED com 0V
  delay(500);                            // atraso de 500 milisegundos
}
```

No código acima usamos funcionalidades de todos os exemplos anteriores. Como o sensor é um elemento de um divisor de tensão, fazemos a sua leitura do mesmo modo que nos exemplos do potenciômetro e divisor de tensão.

Nesse caso, definimos uma tensão de limiar, a partir da qual desligamos ou ligamos um led para indicar que a intensidade da luz ultrapassou determinado valor. Esse limiar pode ser ajustado por você para desligar o led em intensidades diferentes de luz ambiente.

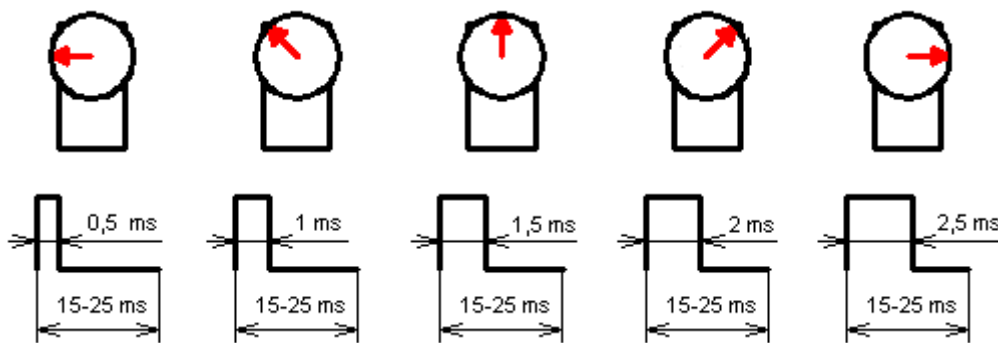
É importante que o sensor esteja exposto à iluminação ambiente e não sofra interferência de fontes luminosas próximas, mas que não sejam parte do ambiente.

Referências:

- https://maker.pro/education/using-an-ldr-sensor-with-arduino-a-tutorial-for-beginners
- http://blog.eletrogate.com/controle-de-luminosidade-com-arduino-e-sensor-ldr/

Exemplo 5 - Acionando o Micro Servo 9g SG90 TowerPro

Um servomotor é um equipamento eletromecânico que possui um encoder e um controlador acoplado. Diferentemente de motores tradicionais, como de corrente contínua, o servo motor apresenta movimento rotativo proporcional a um comando de forma a atualizar sua posição. Ao invés de girar continuamente como os motores de corrente contínua, o servo, ao receber um comando, gira até a posição especificada pelo mesmo.

Ou seja, o servo motor é um atuador rotativo para controle de posição, que atua com precisão e velocidade controlada em malha fechada. De acordo com a largura do pulso aplicado no pino de controle PWM, a posição do rotor é definida (0 a 180 graus) . Os pulsos devem variar entre 0,5 ms e 2,5 ms.

Posição do Servo de acordo com a largura do pulso
Fonte : electronics.stackexchange.com

Existem dois tipos de Servomotores :

- Servomotor analógico
- Servomotor digital

Servomotores analógicos são os mais comuns e mais baratos. O controle da posição do rotor utiliza um método analógico através da leitura de tensão sobre um potenciômetro interno.

No caso dos servomotores digitais, mais caros e mais precisos, o controle da posição do rotor utiliza um encoder digital.

A figura abaixo mostra um típico **servo motor analógico**. Trata-se do **Micro Servo Tower Pro SG90 9G** que acompanha o kit Arduino Start.

Os Servos são acionados por meio de três fios, dois para alimentação e um correspondente ao sinal de controle para determinar a posição. Em geral, os três fios são:

- Marron: GND,
- Vermelho: Alimentação positiva,
- Laranja: Sinal de controle PWM.

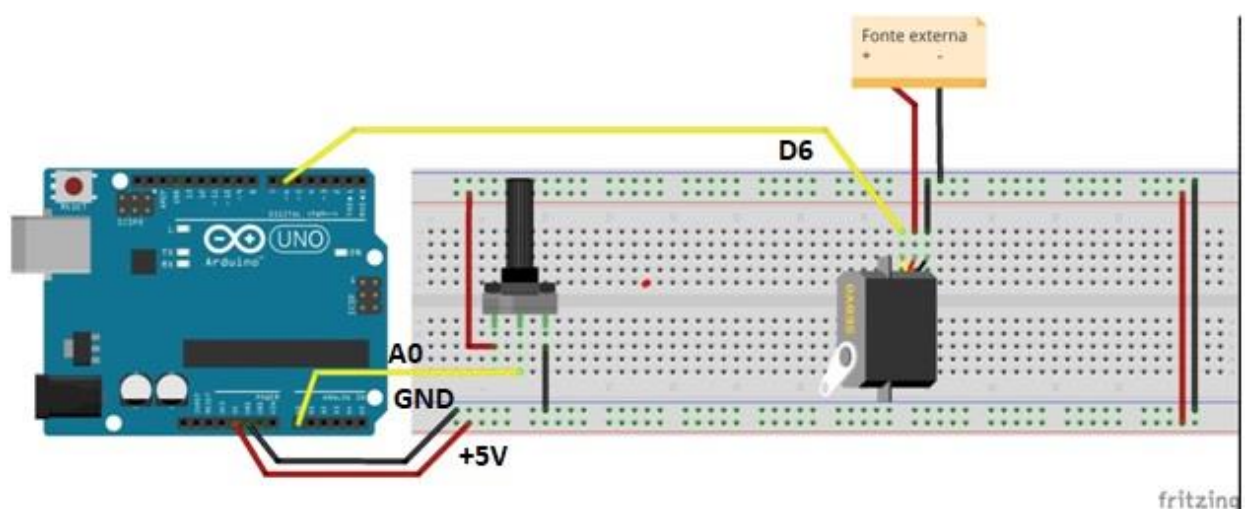
Lista de materiais:

Antes de mais nada, vamos separar os componentes que precisamos para montar o servomotor junto com o arduino. A nossa lista de componentes é a seguinte:

- Micro Servo 9g SG90 TowerPro;
- Arduino UNO + cabo USB;
- Potenciômetro de 10k;
- Fonte 5V de protoboard para alimentar o servo;
- Jumpers para conexão no protoboard;
- Push button;

A montagem é simples. O servomotor em si deve ser ligado à alimentação conforme as cores apresentadas na introdução. De acordo com as especificações de tensão e corrente dos pinos do arduino UNO, os pinos de VCC e GND da placa conseguem fornecer até 200 mA. Ao utilizar servomotores, é recomendado que você utilize uma fonte externa, como a fonte para protoboard que inserimos na lista de materiais.

Diagrama de circuito

A montagem para uma aplicação de controle do servo em qualquer posição, fica da seguinte forma:

Carregue o código abaixo e gire o potenciômetro para o Servo motor girar:

```
// Exemplo 5 - Acionando o Micro Servo TowerPro
// Apostila Eletrogate - KIT START

#include <Servo.h>                    // usando bilbioteca Servo

Servo myservo;                        // cria o objeto myservo

#define potpin A0                     // define pino analógico A0

int val;                              // variavel inteiro

void setup()
{
  myservo.attach(6);                  // configura pino D6 - controle do Servo
}

void loop()
{
  val = analogRead(potpin);           // leitura da tensão no pino A0
  val = map(val, 0, 1023, 0, 179);    // converte a leitura em números (0-179)
  myservo.write(val);                 // controle PWM do servo
  delay(15);                          // atraso de 15 milisegundos
}
```

O aspecto mais importante desse software é a utilização da biblioteca **servo.h**. Esta biblioteca possui as funções necessárias para posicionar a servo para a posição desejada. Na função **Void Setup()** nós associamos o objeto servomotor, do tipo Servo, a um pino do arduino. Na mesma função, nós inicializamos o servo na posição 0º, utilizando o método **write** do objeto que acabamos de criar.

Na função **Void Loop(),** o procedimento consiste em ler o valor do potenciômetro e usá-lo como referência para atualizar a posição do servo. A leitura analógica do potenciômetro retorna um valor entre 0 e 1023. Para controlar o servo nós usamos valores de 0 a 179, correspondendo ao meio giro de 180º do mesmo. Assim, é necessário usar a função **Map()** para traduzir a escala de 0-1023 para a escala de 0-179. Dessa forma, os valores lidos do potenciômetro podem ser usados como referência para determinar a posição do servomotor.

Para atualizar a posição do servo a cada iteração do loop, nós chamamos o método **write()** do objeto servomotor, passando como parâmetro o valor lido do potenciômetro traduzido para a escala de 0-179. Assim, sempre que mexermos no potenciômetro, o servo motor irá atuar e atualizar a sua posição.

Referências:

- http://blog.eletrogate.com/servo-motor-para-aplicacoes-com-arduino/
- https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Knob
- https://www.allaboutcircuits.com/projects/servo-motor-control-with-an-arduino/
- http://www.instructables.com/id/Arduino-Servo-Motors/

Exemplo 6 - Sensor de temperatura NTC

O sensor de temperatura NTC pertence a uma classe de sensores chamada de Termistores. São componentes cuja resistência é dependente da temperatura. Para cada valor de temperatura absoluta há um valor de resistência.

Assim, o princípio para medir o sinal de um termistor é o mesmo que usamos para medir o sinal do LDR. Vamos medir na verdade, a queda de tensão provocada na resistência do sensor.

Existem dois tipos básicos de termistores:

- **PTC (Positive temperature coeficient):** Nesse sensor, a resistência elétrica aumenta à medida que a temperatura aumenta;

- **NTC (Negative Temperature Coeficient):** Nesse sensor, a resistência elétrica diminui à medida que a temperatura aumenta.

O termistor que acompanha o kit é do tipo NTC, como o próprio nome diz. Esse é o tipo mais comum do mercado.

O grande problema dos termistores é que é necessária fazer uma função de calibração, pois a relação entre temperatura e resistência elétrica não é linear. Existe uma equação, chamada equação de **Steinhart-Hart** que é usada para descrever essa relação (vide referências).

O código que vamos usar nesse exemplo utiliza a equação de Steinhart-Hart conforme a referência 1.

Lista de materiais:

Antes de mais nada, vamos separar os componentes que precisamos para montar o NTC junto com o arduino. A nossa lista de componentes é a seguinte:

- 1 Sensor de temperatura NTC;
- Arduino UNO + cabo USB;
- 1 resistor de 10k;
- Protoboard;
- Jumpers para conexão no protoboard;

Diagrama de circuito:

Para uma melhor precisão nas medidas de temperatura, meça a tensão de 5V no barramento do protoboard, usando um multímetro (não contém no KIT). Essa tensão é a mesma usada como referência do conversor analógico-digital do Arduino. Especifique esse valor de tensão na primeira linha do Sketch:

```
#define Vin 5.0
```

Por exemplo, se a tensão for 4,85 V :

```
#define Vin 4.85
```

Carregue o código abaixo e meça a temperatura com o NTC:

```
// Exemplo 6 - Sensor de temperatura NTC
// Apostila Eletrogate - KIT START

#define Vin 5.0                    // define constante igual a 5.0
#define T0 298.15                  // define constante igual a 298.15 Kelvin
#define Rt 10000                   // Resistor do divisor de tensao
#define R0 10000                   // Valor da resistencia inicial do NTC
#define T1 273.15                  // [K] in datasheet 0º C
#define T2 373.15                  // [K] in datasheet 100° C
#define RT1 35563                  // [ohms] resistencia in T1
#define RT2 549                    // [ohms] resistencia in T2
float beta = 0.0;                  // parametros iniciais [K]
float Rinf = 0.0;                  // parametros iniciais [ohm]
float TempKelvin = 0.0;            // variable output
float TempCelsius = 0.0;           // variable output
float Vout = 0.0;                  // Vout in A0
float Rout = 0.0;                  // Rout in A0

void setup()
{
  Serial.begin(9600);                        // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  beta = (log(RT1 / RT2)) / ((1 / T1) - (1 / T2));      // calculo de beta
  Rinf = R0 * exp(-beta / T0);               // calculo de Rinf
  delay(100);                                // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  Vout = Vin * ((float)(analogRead(0)) / 1024.0); // calculo de V0 e leitura de A0
  Rout = (Rt * Vout / (Vin - Vout));              // calculo de Rout
  TempKelvin = (beta / log(Rout / Rinf));         // calculo da temp. em Kelvins
  TempCelsius = TempKelvin - 273.15;              // calculo da temp. em Celsius
  Serial.print("Temperatura em Celsius: ");       // imprime no monitor serial
  Serial.print(TempCelsius);                      // imprime temperatura Celsius
  Serial.print("   Temperatura em Kelvin: ");     // imprime no monitor serial
  Serial.println(TempKelvin);                     // imprime temperatura Kelvins
  delay(500);                                     // atraso de 500 milisegundos
}
```

Referências e sugestões de leitura:

1. http://www.instructables.com/id/NTC-Temperature-Sensor-With-Arduino/
2. https://www.ametherm.com/thermistor/ntc-thermistors-steinhart-and-hart-equation
3. http://www.thinksrs.com/downloads/PDFs/ApplicationNotes/LDC%20Note%204%20NTC%20Calculator.pdf
4. https://www.mundodaeletrica.com.br/sensor-de-temperatura-ntc-ptc/

Considerações finais

Essa apostila tem por objetivo apresentar alguns exemplos básicos sobre como utilizar os componentes do Kit Arduino Start, a partir dos quais você pode combinar e fazer projetos mais elaborados por sua própria conta.

Nas seções de referências de cada exemplo e nas referências finais, também tentamos indicar boas fontes de conteúdo objetivo e com projetos interessantes. Sobre isso ponto, que consideramos fundamental, gostaríamos de destacar algumas fontes de conhecimento que se destacam por sua qualidade.

O fórum oficial Arduino possui muitas discussões e exemplos muito bons. A comunidade de desenvolvedores é bastante ativa e certamente pode te ajudar em seus projetos. No Project Hub poderá encontrar milhares de projetos com Arduino.

- Fórum oficial Arduino: https://forum.arduino.cc/
- Project Hub Arduino : https://create.arduino.cc/projecthub

O Instructables é a ótima referência do mundo maker atual. Pessoas que buscam construir suas próprias coisas e projetos encontram referências e compartilham suas experiências no site.

- Instructables: https://www.instructables.com/

O Maker pro é outro site referência no mundo em relação aos projetos com Arduino. Há uma infinidade de projetos, todos bem explicados e com bom conteúdo.

- Maker pro: https://maker.pro/projects/arduino

Em relação à eletrônica, teoria de circuitos e componentes eletrônicos em geral, deixamos alguns livros essenciais na seção finais de referências. O leitor que quer se aprofundar no mundo da eletrônica certamente precisará de um livro basilar e de bons conhecimentos em circuitos eletro-eletrônicos.

No mais, esperamos que essa apostila seja apenas o início de vários outros projetos e, quem sabe, a adoção de Kits mais avançados, como os de **Robótica** e **Arduino Advanced**. Qualquer dúvida, sugestão, correção ou crítica a esse material, fique à vontade para relatar em nosso blog oficial: http://blog.eletrogate.com/

Referências gerais

1. Fundamentos de Circuitos Elétricos. Charles K. Alexander; Matthew N. O. Sadiku. Editora McGraw-Hill.
2. Circuitos elétricos. James W. Nilsson, Susan A. Riedel. Editora: Pearson; Edição: 8.
3. Microeletrônica - 5ª Ed. - Volume Único (Cód: 1970232). Sedra,Adel S. Editora Pearson.
4. Fundamentals of Microelectronics. Behzad Razavi. Editora John Wiley & Sons; Edição: 2nd Edition (24 de dezembro de 2012).

Abraços e até a próxima!

Editada por : Vitor Vidal
Engenheiro eletricista, mestrando em eng. elétrica e apaixonado por eletrônica, literatura, tecnologia e ciência. Divide o tempo entre pesquisas na área de sistemas de controle, desenvolvimento de projetos eletrônicos e sua estante de livros.

Revisada por : Gustavo Murta
Técnico em eletrônica, formado em Curso superior de TPD, pós-graduado em Marketing. Trabalhou por muitos anos na IBM na área de manutenção de computadores de grande porte. Aposentou-se, podendo curtir o que mais gosta : estudar e ensinar Tecnologia. Hobbista em eletrônica desde 1976. Gosta muito de Fotografia e Observação de aves.

Versão 1.0 – abril de 2018

APOSTILA KIT

ARDUINO START

Esta apostila acompanha o **Kit ARDUINO START** da Eletrogate, e contém conteúdos relacionados a todos os componentes do Kit.

WWW.ELETROGATE.COM